

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift
⑯ ⑪ DE 3542218 A1

⑯ Int. Cl. 4:
G 02B 27/00
G 02B 21/24

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
29.12.84 DD WP G 02 B/272 170 7

⑯ Anmelder:
Jenoptik Jena GmbH, DDR 6900 Jena, DD

⑯ Erfinder:
Schöppe, Günter, DDR 6908 Jena-Winzerla, DD

Bibliothek
Für. Ind. Eisen
1 AUG. 1986

⑯ Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen dient der Erhöhung der Gleichmäßigkeit des Bildfeldes und des Bildkontrastes solcher Einrichtungen vorzugsweise für Durch- und Auflichtmikroskope.

Die Erfindung hat das Ziel, durch Baueinheiten des Gerätes hervorgerufene Ungleichmäßigkeiten des Kontrastes im Bildfeld weitestgehend zu verhindern.

Die zu lösende Aufgabe besteht darin, durch im Strahlengang angeordnete doppelbrechende Bauelemente kristallographisch verursachte Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene weitestgehend zu kompensieren.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement angeordnet ist, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials aufweist, das die Gangunterschiedsdifferenzen hervorruft. Die Dicke des Kompensationselementes ist abhängig von der Dicke der Bauelemente, deren Wirkung zu kompensieren ist.

BAD ORIGINAL

BEST AVAILABLE COPY

DE 3542218 A1

DE 3542218 A1

Patentanspruch

1. Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen mit Interferenzanordnungen für Durchlicht- oder Auflichtverfahren, gekennzeichnet dadurch, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement angeordnet und derart ausgebildet ist, daß es aus einem Material besteht, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials der Gangunterschiedsdifferenzen erzeugenden Bauelemente hat, und daß das Kompensationselement eine Gesamtdicke hat, die nach folgender Beziehung bestimmt ist:

$$D_2 = D_1 \frac{N_{02} (N_{02} \cdot N_{E1} + N_{01} \cdot N_{E2}) (N_{E1} - N_{01})}{2 \cdot N_{01}^2 \cdot N_{E1} (N_{02} - N_{E2})} \cdot \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^2$$

wobei

D_1 die Summe der Dicken der zu kompensierenden Bauelemente,
 D_2 die Gesamtdicke des Kompensationselementes,
 N_{E1} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente
 N_{E2} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles des Kompensationselementes,
 N_{01} die Brechzahl des ordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,
 N_{02} die Brechzahl des ordentlichen Strahles des Kompensationselementes,
 i_1 der Feldwinkel im Raum der zu kompensierenden Bauelemente und
 i_2 der Feldwinkel, der im Raum des Kompensationselementes zum Feldwinkel i_1 gehört,

sind.

- 7 - 3542218

2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß eines der im Strahlengang angeordneten Interferenzprismen gleichzeitig als zweiteiliges Kompensationselement gemäß Anspruch 1 ausgebildet ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das zweiteilige Kompensationselement aus zwei gleichdicken planparallelen Platten besteht, deren optische Kristallachsen unter 90° zueinander und zur optischen Geräteachse angeordnet sind.
4. Anordnung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, daß das zweiteilige Kompensationselement beleuchtungsseitig und/oder bildseitig im Strahlengang angeordnet ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

4821

BAD ORIGINAL

Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen vorzugsweise für Durch- und Auflichtmikroskope dient der Erhöhung des Bildkontrastes solcher Einrichtungen.

Bei allen polarisationsoptischen Interferenzeinrichtungen (z.B. nach Nomarski, Smith, Jamin-Lebedew, Francon, Savaro) treten auf Grund der unterschiedlichen Neigungen und Wegstrecken, die das Licht in den doppelbrechenden Elementen zu den einzelnen Feldpunkten erfährt bzw. zurücklegt, auch ohne Versuchsstück, Gangunterschiedsdifferenzen im Sehfeld der Einrichtung auf. Diese führen zu Ungleichmäßigkeiten, die als zwei Hyperbeläste im beobachteten Bild sichtbar werden. Diese Erscheinung beeinträchtigt die Beurteilung der Gleichförmigkeit der Objekte und reduziert die Empfindlichkeit des Verfahrens.

Bei dem am weitesten verbreiteten und entwickelten Verfahren, dem Interferenzkontrast nach Nomarski, wird diese störende Erscheinung bisher durch Reduzierung der Dicke der doppelbrechenden Elemente verkleinert. Die Dicke läßt sich aber sowohl aus funktionellen, als auch aus technologischen Gründen nicht beliebig reduzieren, so daß bei derartigen Einrichtungen hoher Kontrastgüte der ungleichmäßige Untergrund störend sichtbar bleibt.

In dem DD-AP 113 271 ist eine Lösung beschrieben, bei der die Kompensation der genannten Gangunterschiedsdifferenzen durch eine einachsige doppelbrechende Platte, deren Dicke entsprechend dimensioniert werden kann, erfolgt. Die Wirkung dieser Platte ist an die Voraussetzung gebunden, daß die optische Kristallachse in Richtung der optischen Geräteachse und die Außenflächen senkrecht dazu orientiert sind. Die zur optischen Achse senkrechten Außenflächen der Platte rufen jedoch störende Lichtreflexe hervor, die zu einer Verschleierung der Bilder führen. Wird die Platte zur Vermeidung dieser Reflexe leicht geneigt, treten im Bildfeld bereits wieder Asymmetrien auf. Ein weiterer Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß die Platte zur Kompensation im Durchlichtstrahlengang als zusätzliches Bauelement eingefügt werden muß, da sich bekanntlich jede zusätzliche optische Fläche negativ auf die Bildgüte auswirkt.

Die Erfindung hat das Ziel, die genannten Nachteile zu vermeiden, insbesondere soll eine Anordnung geschaffen werden, die auch für größere Bildfelder durch Baueinheiten des Gerätes hervorgerufene Ungleichmäßigkeiten des Kontrastes im Bildfeld weitestgehend verhindert.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen in einer Bildebene polarisationsoptischer Interferenzeinrichtungen insbesondere für Durch- und Auflichtmikroskope mit doppelbrechenden Bauelementen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die durch die doppelbrechenden Bauelemente kristalloptisch verursachten Gangunterschiedsdifferenzen in der Bildebene weitestgehend zu kompensieren, wobei die Anordnung auch für bereits bestehende Interferenzeinrichtungen nachrüstbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Strahlengang mindestens ein zweiteiliges Kompensationselement angeordnet ist. Dieses besteht aus einem Material, dessen Doppelbrechung ein entgegengesetztes Vorzeichen zur Doppelbrechung des Materials aufweist, daß die Gangunterschiedsdifferenzen hervorruft. Die Gesamtdicke des Kompensationselementes ist nach folgender Beziehung bestimmt:

$$D_2 = D_1 \frac{N_{02} (N_{02} \cdot N_{E1} + N_{01} \cdot N_{E2}) (N_{E1} - N_{01})}{2 \cdot N_{01}^2 \cdot N_{E1} (N_{02} - N_{E2})} \cdot \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^2$$

wobei bedeuten:

- D_1 die Summe der Dicken, der zu kompensierenden Bauelemente,
- D_2 die Gesamtdicke des Kompensationselementes,
- N_{E1} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,
- N_{E2} die Brechzahl des außerordentlichen Strahles des Kompensationselementes,
- N_{01} die Brechzahl des ordentlichen Strahles der zu kompensierenden Bauelemente,
- N_{02} die Brechzahl des ordentlichen Strahles des Kompensationselementes,
- i_1 der Feldwinkel im Raum der zu kompensierenden Bauelemente
- i_2 der Feldwinkel, der im Raum des Kompensationselementes zum Feldwinkel i_1 gehört

Vorteilhaft ist gemäß der Erfindung eines der beiden im Strahlengang der Interferenzeinrichtung angeordneten Interferenzprismen gleichzeitig als Kompensationselement mit vorgenanntem Aufbau und Dimensionierung ausgebildet. Durch die Wahl des Materials und der Dicke wirkt dieses Prisma gleichzeitig als Kompensationselement. Weiterhin ist es vorteilhaft, ein erfundungsgemäßes Kompensationselement, z.B. zur Ergänzung bereits bestehender Interferenzeinrichtungen, als separates Bauelement bestehend aus zwei gleichdicken planparallelen Platten im Strahlengang anzuordnen. Die optischen Kristallachsen der Platten verlaufen unter 90° zu-

einander und zur optischen Geräteachse. Das Kompensationselement kann dabei wahlweise sowohl beleuchtungsseitig als auch bildseitig im Strahlengang angeordnet werden. Weiterhin ist es möglich, je ein entsprechend geringer dimensioniertes Kompensationselement beleuchtungsseitig und bildseitig im Strahlengang anzuordnen.

Ausführungsbeispiel

Die Anordnung zur Kompensation von Gangunterschiedsdifferenzen soll an Hand der Figuren 1 bis 5 näher erläutert werden, wobei Fig. 1 eine Anordnung im Durchlicht mit einem Kompensationsprisma

Fig. 2 eine Anordnung im Durchlicht mit einer Kompensationsplatte,

Fig. 3 eine Anordnung im Durchlicht mit mehr als einer Kompensationsplatte

Fig. 4 eine Anordnung im Auflicht mit doppeltem Lichtdurchgang durch die Kompensationsplatte und

Fig. 5 eine Anordnung im Auflicht mit einmaligem Lichtdurchgang durch die Kompensationsplatte

zeigt.

In Fig. 1 sind entlang einer optischen Geräteachse eines nicht dargestellten Durchlichtinterferenzkontrastmikroskopes in Lichtausbreitungsrichtung nacheinander ein Polarisator 1, ein Interferenzelement 2, als Prisma ausgeführt (z.B. Wollastonprisma), ein Kondensor 3, ein Objekt 4, ein Objektiv 5, ein Kompensationsprisma 6 in erfundungsgemäßer Dimensionierung und ein Analysator 7 angeordnet. In dieser Anordnung werden die vom Interferenzelement 2 verursachten feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen durch das Kompensationsprisma 6 das gemäß der Erfundung dimensioniert ist und welches gleichzeitig die Wirkung eines bildseitigen Interferenzelementes hat, kompensiert. Es ist auch möglich, bei entsprechender Dimensionierung das Interferenzelement 2 und das Kompensationsprisma 6 auszutauschen.

4821

In der Fig. 2 und den folgenden Figuren sind jeweils gleiche Bauelemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. In einer an sich bekannten Interferenzanordnung für Durchlichtinterferenzkontrastmikroskope, mit Interferenzelementen 8 und 9, die z.B. in Form von Wollastonprismen ausgebildet sind, ist zwischen einem bildseitigen Interferenzelement 9 und einem Analysator 7 eine erfindungsgemäß dimensionierte Kompensationsplatte 10 angeordnet. Die Kompensationsplatte 10 kompensiert die Summe der in den Interferenzelementen 8 und 9 verursachten feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen. Es ist auch möglich, die Kompensationsplatte 10 zwischen dem Polarisator 1 und dem Interferenzelement 8 anzuordnen. Weiterhin besteht die Möglichkeit die feldortabhängigen Gangunterschiedsdifferenzen des beleuchtungsseitigen Interferenzelementes 8 und des bildseitigen Interferenzelementes 9 jeweils einzeln, durch Zuordnung von je einer Kompensationsplatte 11 zu den Interferenzelementen 8 und 9, zu kompensieren. Diese Anordnung wird in Fig. 3 gezeigt. Dabei ist jedoch zubeachten, daß die Summe der Dicken der Kompensationsplatten 11 gleich der für die Kompensation notwendigen Gesamtdicke D_2 ist.

In Fig. 4 und 5 werden bekannte Interferenzanordnungen für Auflichtmikroskope, die um eine Kompensationsplatte 14 (Fig. 4) oder 10 (Fig. 5) ergänzt sind, dargestellt. Durch diese Kompensationsplatten 10 oder 14 wird die durch ein Interferenzelement 12 hervorgerufene Gangunterschiedsdifferenz kompensiert.

Ist das Kompensationselement im Strahlengang zwischen einem Teilerspiegel 13 und einem Objekt 4, wie z.B. die Kompensationsplatte 14 in Fig. 4, angeordnet, so ergibt sich für die Dicke der Kompensationsplatte 14 der halbe Betrag der errechneten Dicke D_2 , da in diesem Fall die Kompensationsplatte zweimal vom Licht durchlaufen wird. Dagegen ist bei Anordnung des Kompensationselementes zwischen dem Polarisator 1 und dem Teilerspiegel 13 oder zwischen dem Teilerspiegel 13 und dem Analysator 7, wie z.B. die Kompensationsplatte 10 in Fig. 5, die Dicke der Kompensationsplatte 10 gleich der errechneten Dicke D_2 .

Fig 4

-8-

3542218

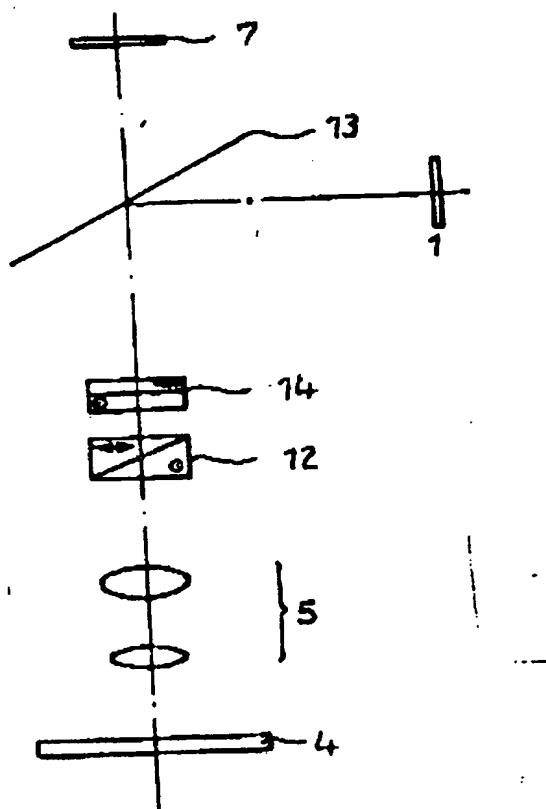
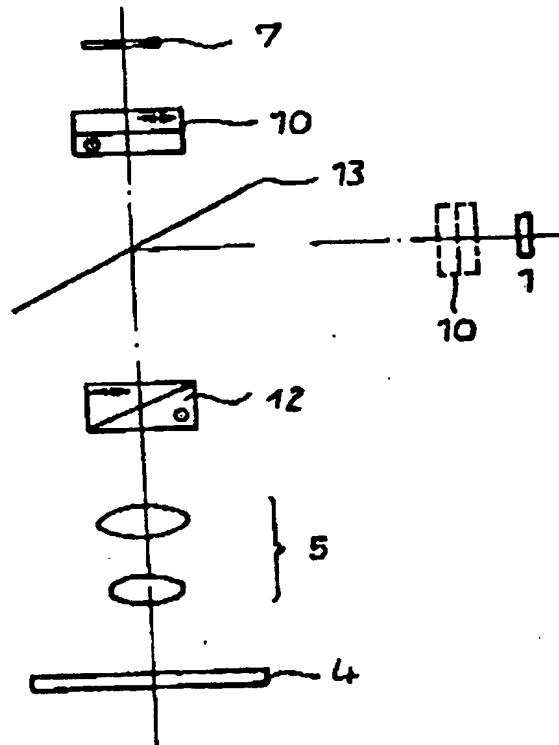


Fig 5



BAD ORIGINAL

-9-

Nummer: 35 42 218
Int. Cl. 4: G 02 B 27/00
Anmeldetag: 29. November 1985
Offenlegungstag: 3. Juli 1986

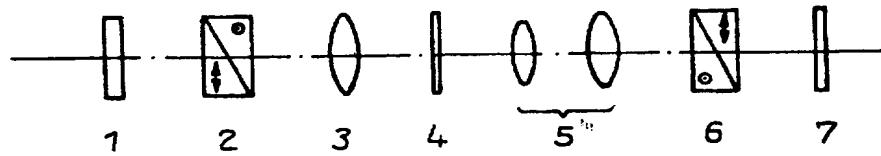


Fig. 1

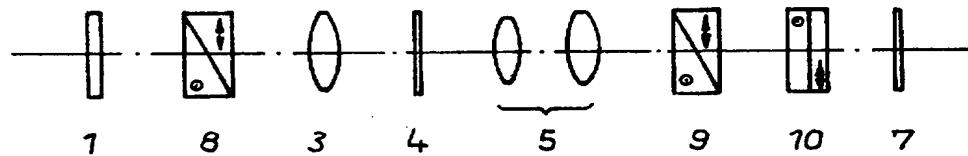


Fig. 2

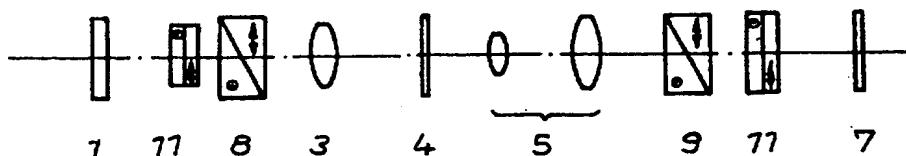


Fig 3

BAD ORIGINAL

Arrangement for compensating path differences

Patent number: DE3542218
Publication date: 1986-07-03
Inventor: SCHOEPPE GUENTER (DD)
Applicant: JENOPTIK JENA GMBH (DD)
Classification:
- **international:** G02B27/00; G02B21/24
- **european:** G02B21/24, G02B27/28
Application number: DE19853542218 19851129
Priority number(s): DD19840272170 19841229

Also published as:
 JP61181920 (A)
 DD233670 (A1)

Abstract of DE3542218

The arrangement according to the invention for compensating path differences in the image plane of polarisation-optical interference devices is used to increase the uniformity of the image field and of the image contrast of such devices, preferably for transmitted- and reflected-light microscopes.

The aim of the invention is to prevent as far as possible irregularities in the contrast of the image field from being caused by components of the device.

The object to be achieved consists in compensating as far as possible path differences in the image plane which are caused in a crystal-optical fashion by birefringent components arranged in the beam path. According to the invention, the object is achieved when there is arranged in the beam path at least one bipartite compensation element whose birefringence has a sign opposite to the birefringence of the material which causes the path differences. The thickness of the compensation element depends on the thickness of the components whose effect is to be compensated.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.